やぶにらみ真空管アンプ論とその実践

小倉浩一

複合管コンパクトロン

6MD8／17JZ8 パワー・アンプ2機種を作る

考証的講釈

沢山の“複合管”が実用化されています．

同じ特性のタマを2本組み合わせると“双2，3，4…極管”で，3極管と5極管と言った，異なった組み合わせとか，3管同じものを入れたとかになると“複合管”と呼んでいます．3重3極管とか，複3極5極管とか，双2極複3極管など涙ぐましい表現が残っています．

英語では Dual Triode Pentode とか Triple Triode などと，ありのままに記載しています．12 AU 7と12 AX 7の片ユニット半分半分ずつを組み合わせた天邪鬼？　もいたはずです．

真空管を使ったテレビが全盛の時代には，タマは，小型化・高 Gm(UHF チューナ対応や広帯域映像増幅用など)の方向と，テレビの大画面化に伴う，大型化・高耐圧（大電力水平出力など）の両方向での技術開発競争があったように思います．

後者では，mT 管の大きさに限界が来ていました．つまり，陽極面積やバルブ形状の制限のために，陽極からの熱放散（主に輻射）能力，ピンやソケットからの伝導冷却能力と言う，タマの冷却の2大要素が限界に至り，結果として，各部の過大な温度上昇がタマの寿命に大きな影響を及ぼしたり，機器の信頼性を落とすことになるからです．

従って，バルブを大きくすること，ピンの数を増やすこと，ついでに集積度を上げようと考えて，いろんな試みがなされました．そして，それは9，10ピンのノーバ管，それのピンの太い型であるマグノーバル管に続き，大型12ピン管の出現となって行ったのです．

いったん12ピンが標準化されると，MT 管のスペースファクタが如何にも悪く見えてきます．このあたりから，12ピン大型バルブによる複合化，集積化に勢いが付いたのです．

12ピンのオリジナルは GE であり，商品名は“コンパクトロン”です．登録商標でしたから，他社は別の名前を使っており，東芝では“CPT”または，そのものズバリで“大型12ピン真空管”と呼称していました．バルブ直径は，MT 管での18 ϕ と22 ϕ に対し29 ϕ，38 ϕ の2種を起用し，温度特性やピン間の耐圧などを飛躍的に向上させたのです．

おりしもテレビはコスト競争からトランスレス全盛となりましたが，E_f 違い，I_f 違いの組み合わせで，テレビダマだけでも，無慮，数100品種がひしめいていた時代でした．

この時期は，設計・製造技術的にも“爛熟”の境地に至り，18 $\mu\phi$ のグリッド線（頭髪の3分の1 ϕ）を用い，245 TPI（1" に245本ピッチ）で巻いて，G-K 間 Gap＝85 μ（東芝製6

そのコンセプトとしては，

- 333型を3パラにするか，カソードが分離されているものでは，2パラ＋1ドライブにするとか，単管，2パラ，3パラの各PPで悪戯をしてみようか？
- 35型の中で（何かの特徴を持ち）多極管部が，多少なりとパワーハンドリング出来そうなものがないか？

  有名な6BM8などにしても，実は欧州テレビ用の出身です．
- 2233では，22で固定バイアス用電源が組めるかも！
- その他のアイデア

  55でPPにするとか．

　ということになりましょうか．

　まず，衝動買いで入手，持っていたものの中で，

▶ 6MD8（9ピンノーバ管）に目をつけて見ました．

　最大定格を当たって見ますと，これは12BH7A×3に近い特性のようであり，3ユニット合計で9W！の損失に耐えます．カソードが共通ですから，3パラでの使用が常識的です．Gmは9000μmhoの大台に乗りますから多少の気配りが要りましょう．このタマは東芝と日立で，1966年に国産化しています．東芝は1975年に受信管の生産を終息しましたから10年の生涯寿命でした．

▶次は17JZ8（コンパクトロン）です．

　このタマのビーム管部は，定格電圧250V（330Vmax）で7W損失を持つから，行けそうに見えます．

　東芝は1963年に国産化しています．ついでながら，1962年から65年は開発品の桜花満開で，無慮500品種ものテレビダマが製品化（工業会EIAJに名称登録）された記録が残っています．

　12BH7，6BM8とともに一覧表にして見ました（**第1表**）．

　さっそく，静特性をチェックしたところ6MD8の333が（**第2図**）12BH7A×3ズバリです．

　17JZ8での35の5が（**第3図**）μg_1-g_2が，6BM8の9.5に対し6強と小さいものの，Gmは略，同等ですから，Ec_2を低くするだけで，類似の条件で使えますが，ヒータ電力から推算すると，電流値で倍は行けそうな頼もしい雰囲気です．6BM8と比較したときの，大きな期待のひとつは，タマの温度が低いということです．ナケナシのタマならとにかく冷やして，ご賞味下さい．賞味期限が断然違います．

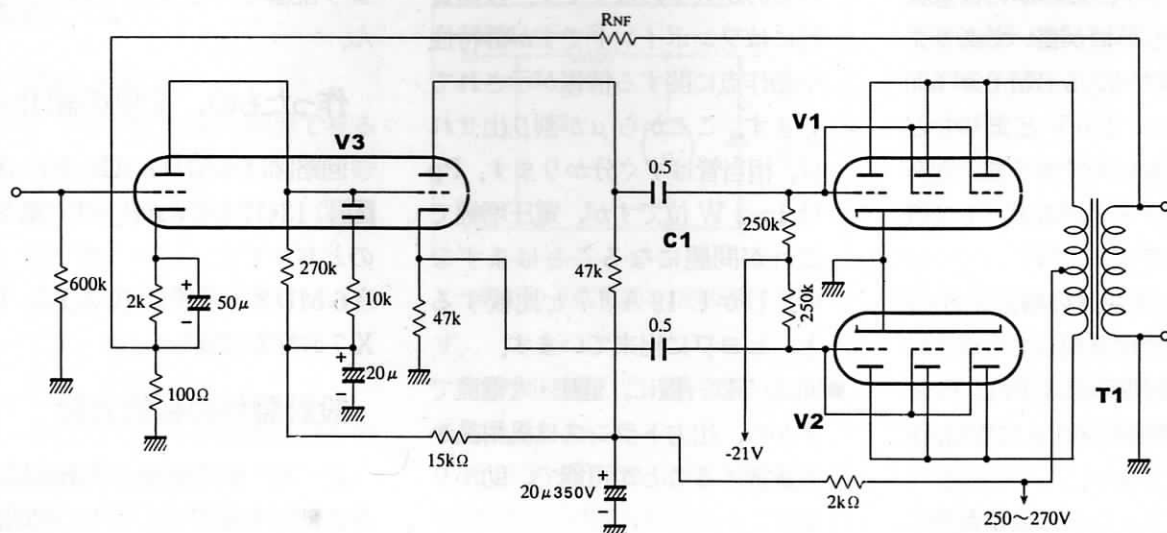
　35の3の方は，μは12AU7と同じ20（実測では18弱）です．Ppは U7の2.75Wに比べて半分以下の1Wですから，念のため注意．6BM8の3は12AX7相当でμ=70ですが，こちらのPpは12AX7と同じく1Wです．X7とU7がPpで大差があるのは見ればうなずけますが，理由や由来は知りません．

　なお，17JZ8は，抜きダマであり，（テレビセットからと思いますが），DENONとか，GENERALとかのマーキングが見えます．

　あるいはすでに，このタマは，過去にアンプに使われたことがあったのではないか!?　2番煎じをやっているのではないかとの不安がよぎり

管名 / 項目	6MD8	12BH7 (A)	17JZ8 (A)		6BM8	
			3極管	5極管	3極管	5極管
Ef (V)	6.3	6.3・12.6	16.8		6.3	
If (A)	0.9	0.6・0.3	0.45		0.78	
Pf (W)	**5.67**	**3.78**	**7.56＊**		**4.91＊**	
Eb (V)	330	300 (450) (#)	250	250	300	600
Ib (mA)		20		( )		( )
Ec2 (V)	—	—	—	200	—	300
Ic2 (mA)	—	—	—		—	
Pp (W)	3.0[9.0]	3.5	1.0	7.0 A (10)	1.0	7.0
Pg2 (W)	—	—	—	1.8	—	1.8
Gm (μmho)	3100	3100	2350	7100	2500	6400
Rp kΩ	5500	5300	8300	11700		20000
μ	17	16.8	**20**	**6＋α**	**70**	**9.5**
備考($) Eb	250	250	150		100	200
備考($) Ec2						200
備考($) Ec1	10.5	10.5	5.0		0	16
備考($) Ib 合計	11.5 [34.5]	11.5 [23.0]	5.5 5.5	(46) (112?)	3.5 3.5	(35)
備考($) Ic2						7
転載元	GE	東芝	GE		RCA	

（$）動作例として提示され、タマの特性を知る上に有効なデータなど。
（#）ヒーターの余熱をやれば許容OKとある。
＊　3極管部はおおよそ1.9W（内数）と見られる。
[ ]　はユニットの単純合計値を示す。
17JZ8　のμは実測値である。
注目して置く項目を口で囲んである。

〈第1表〉
6MD8/12BH7，17JZ8/6BM8の規格比較

V1、V2　6DM8増幅段4本一式　サブシャーシに準モジュール化
V3　12AX7の場合を示す
C1　0.5μFから0.1μF、までで好みにあわせる、RNF<10KΩ
T1　古い山水からはずしたZo=8kΩ/10Wもの

〈第5図〉13／17JZ8 AB1級プッシュプル・パワー・アンプ回路図

如何様にもバリエーションがありますので，アバウト派は直ぐに実戦で決着を図ることにしました．

アンプは2種2台作りました

▶ 333こと，6MD8（3パラ）AB1 PP

励振段は，12AX7の高信頼管あたりを奢るとして，無難なPK分割の位相反転で行く．セルフバイアスも試行してみます．

▶ 35こと，17JZ8 4本で標準的なAB1 PP

3極管部は，増幅1段，PK分割位相反転1段方式とする． 4本のみとしなければコンパクトロンの筋が通らない．

増幅段の利得が足らなければ，別途検討．手抜きなしの固定バイアスで行く．そのためにEc2は，大好き！　定電圧放電管（VR-150MT）に登場願う．

という方針で作りましたが，タマの外形がキュートで，例のロクタル管に似ていますが，全体は“コンパクト”で，可愛い姿になりました（写真1）．

得られた知見

いくつかを列記して見ましたが，何らかのヒント，参考にして頂ければ嬉しいことです．

●テレビ用，水平・垂直・発振増幅用のタマは使える!!
いずれも，いわゆる“HEAVY DUTY”設計であり，丈夫さではこの上はありません．

ピン数が9の場合の333は共通カソードとなるのは止むを得ません． 3パラ動作ということになります．やはり，固定バイアスが良い．

12ピンでは，完全に独立した3管の複合管（Triple Triode）があります（珍品です）．

●12BH7Aその他のテレビ用途の（動作）特性には，E_b＝450Vと

《写真1》6MD8（左）と17JZ8（右）アンプの外観

結果について

▶ 6 MD 8 AB_1 pp

1. タマの外観と,暗い部屋で見るヒータの独特の輝きは,タマ好きのみの知る境地です.(写真3）他
2. 3極管（ですから）柔らかい音です. 癒しの曲に良い.
   ただ, 6 MD 8 !
   このタマの入手困難が最大の問題です.
3. 自分の耳（8 kHz 以上は聞こえないし, 低音はボン付いてダメ！）に合わせて調整しますので, データは発表に耐えませんが, 書きますと

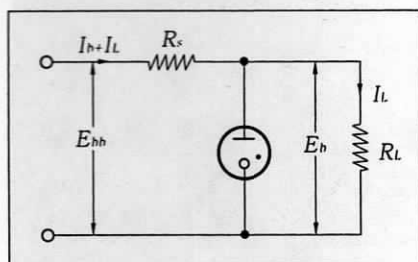
- ●周波数特性：30 Hz－6 dB 極低音は要らない 50 KHZ-6 dB
- ●出力：4 W（CL 4.5 W）
  固定バイアスでは
  5.5 W（CL 6 W）
- ●ひずみ率：0.5%以下
- ●DF：3程度（500 mW）
- ●NFB：約 10 dB 程度
- ●S/N：90 dB
  （予想外, 良好）(注)

▶ 17 JZ 8/13 JZ 8 AB_1 pp

不必要に？ 巨大な LUNDAHL 製のトランス：LL 1623 pp 型を採用し, 電源には贅沢な部品を投入して作りました. 10 W でまとめましたところ,（拙宅での）長期保存版となる水準のものになりました.

LUNDAHL トランスの高域特性の“良さ”にはビックリします. 負帰還もスンナリ掛かるので, 推薦ものですが, ケースが大型に過ぎるので別に作りました.

さて音は…ですが, 6 V 6 PP とは違います.

6 F 6 PP のオルソンアンプに近いのではないかと思いましたが, 無理のないソフトな低音にご機嫌で

〈第6図〉 EC_2電源には定電圧管を採用

す.

動作例は纏めて（第2表）に示しておきました.

12.6 V ダマ (13 JZ 8), 16.8 V ダマ (17 JZ 8) の両方が使えるようにしました.

ちなみに Ec 1 電源は, 整流素子, ケミコンを厳選したうえで, ブリーダーには 200 mA 程度を流していますが, 内部抵抗はおおむね 10 Ω 以下で, 電池に近いものです. S/N で 90 dB（注）は確保して下さい. ここの手抜きは致命傷です.

（参考）

この種のタマは, 幸いにも？おおむね Ec_a <25 V 以下の動作例が多いので, 平滑回路には, 汎用品で安価な 16 V 4700 μF と 25 V 3300 μF クラスのケミコンがフンダンに使えて有難い. 半導体アンプ電源用のケミコン 50 V 10000 μF 級も良い選択です.

例えば,

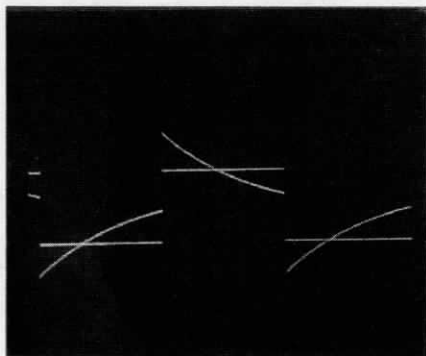
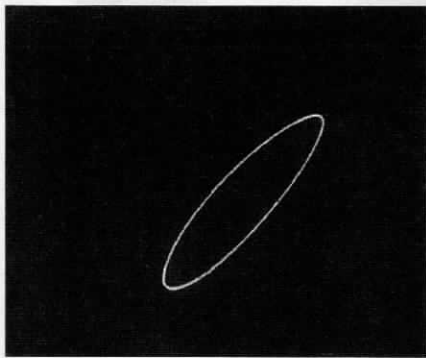
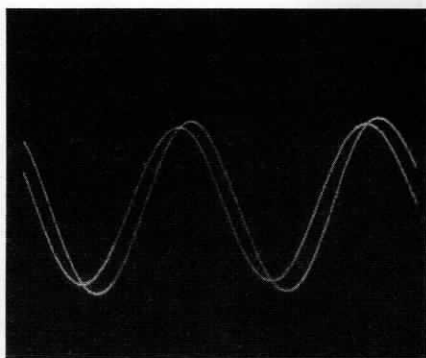
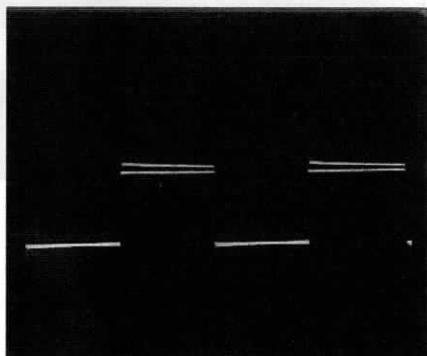
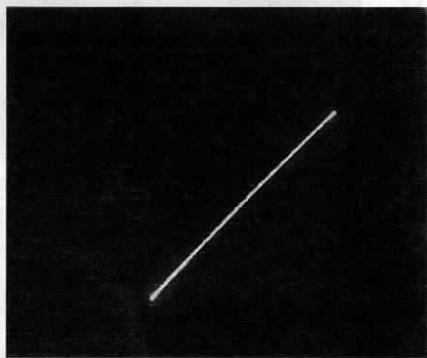
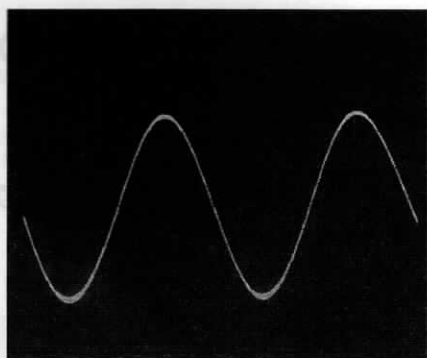
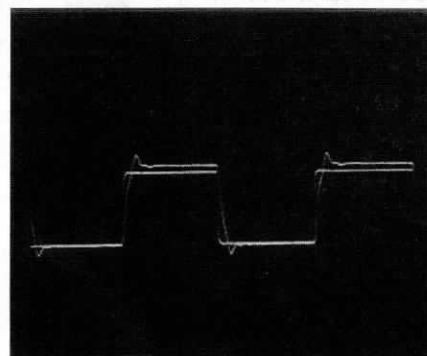
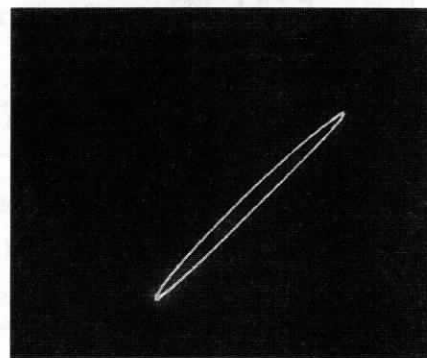
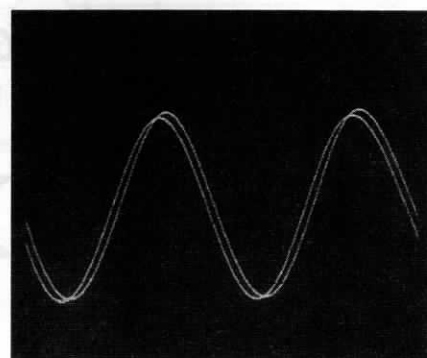
1. 半導体機器用の xV・1 A 程度の定格の豆トランス（驚くほど安価）を使い, 倍電圧整流して 2.7 xV を得て, 分圧する方法とか,

各部の動作条件（参考資料）

（*印　2管の値）

項目 ＼ アンプ	6MD8（3パラ接続）		13・17JZ8	
	3パラ部	前段 12AX7 部	ビーム管部	3極管部
Ef　Vac	6.3	6.3	12.6・16.8	左に共通
Eb　Vdc	275	—	220	—
Ec2　Vdc	—	—	150－α	—
Ec1　－Vdc	－13.5	—	18	—
Ibo　mAdc	48*	1	60*	1.3
Ppo　W	12.4*	—	13.2*	—
Ibmax　mAdc	65*	—	120*	—
Ic2o　mAdc	—	—	3～5*	—
Ic2max　mAdc	—	—	≒16*	—
Pg2max　W		—	2.7*	—
Ebb　Vdc	260+	260	220+	250
Po(8 Ω)　W	5.2（CL　6）	—	10.5（CL　12）	—
Rl　kΩ	8		6.8	
入力電圧　Vac	—	約 0.43	—	約 0.5
歪率　%	1.6（4W）	—	0.2（8 W）	—
DF　(参考)	(2.9)	—	(2.0)	—
NFB　約 (dB)	8.3		6	
S/N　dB	90	—	90	—
周波数　KHZ	1～10	・・・	1～10	・・・
付帯資料（参考）	—	—	リサージュ他	—

1. 2管とも、かなり楽な動作条件に設定して纏めたが、これ以上は Pp が律足条件である。
2. あり合せのトランスを採用したため、音はさて置き、効率は悪い。
3. 17JZ8 は、Pp =10W (ICAS と勝手に決め込めば) 20W を出す Ib の余裕が認められる。
4. 6MD8 は、直線性と見合いで 8W くらいのアンプに仕立てることは可能と判断された。

〈第2表〉

《写真4》f=30 Hz時

《写真5》f=1 kHz時

《写真6》f=10 kHz時

チャンネルに放電管を一本ずつ奢るかどうかは迷うところです．1本で間に合わせましたが，ちょうど，間に合いました．

10 Wと無信号では，放電の光り方や規模が明らかに違い，ググッと頑張っているのを見ると，ゾクゾク致します

ここで放電管がミスファイアーや不良で放電しないときに，出力管がフェールセーフかどうか（Pg_2の最大定格内に収まるかどうか，シリーズ抵抗には熱的余裕があるか？　前述の設計からはOKですけれど）念のためチェックしておいてください．

日ごろの節を曲げますが，
入力vs出力を，リサージュで見ていますので，ご参考まで．恥ずかしながらの方形波レスポンスを併記しました．

（写真4）f=30 Hz
特性は“悪く”してあります！
（写真5）f=1000 Hz
（写真6）f=10 kHz
論評はしませんが，直線性，負帰還その他についての有益な情報・データを得るために，必ずチェックしています．

ちなみに，大型トランスを定格の半分以下で使用すると，こうまでも波形全てが綺麗になるものか！

僭越ながら一度体験されるのも一驚（一興）と思います．
（注）S/N

S/N確保には1点アースも大切ですし，配線材料も吟味が要りますが，初段のタマ選び（この意味からは複合管は良品の伴侶を殺しますから罪作りです）それと，半田付けの手段，個所と合計数などに，もっと気配りが必要の様に思います．

ヒータは交流点火そのものでありプラス電位で浮かせる必要など全くなく（書き忘れましたがトランスレスダマの特徴かも知れません）例のテスト，“深夜，真っ暗闇で息を止めてハム音を聞く”に合格．幸運だったのかも知れませんが？　（以上）